

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6449151号
(P6449151)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 5/08 (2006.01) A 6 1 B 5/08
G O 1 N 33/497 (2006.01) G O 1 N 33/497 A

請求項の数 21 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2015-525030 (P2015-525030)	(73) 特許権者	314005768
(86) (22) 出願日	平成26年6月16日 (2014. 6. 16)		P H Cホールディングス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/003209		東京都港区西新橋2-38-5
(87) 国際公開番号	W02015/001735	(74) 代理人	100101683
(87) 国際公開日	平成27年1月8日 (2015. 1. 8)		弁理士 奥田 誠司
審査請求日	平成29年5月9日 (2017. 5. 9)	(72) 発明者	川本 徹
(31) 優先権主張番号	特願2013-139808 (P2013-139808)		愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
(32) 優先日	平成25年7月3日 (2013. 7. 3)	(72) 発明者	兵庫 淳一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
		(72) 発明者	大空 剛
			愛媛県東温市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 呼気測定装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

呼気を一時的に溜め込むチャンバと、
 呼気中の所定成分を測定する測定部と、
 前記チャンバ内に溜め込まれた呼気を前記測定部に供給する圧電ポンプと、
 前記圧電ポンプにより前記チャンバ内の呼気を前記測定部に供給する前に前記圧電ポンプの動作設定を行う第1学習制御部と、
 前記圧電ポンプにより前記チャンバ内の呼気を前記測定部に供給開始した後であって、前記測定部によって測定を行う前に前記圧電ポンプの動作設定を行う第2学習制御部と、
 を備え、

前記第1学習制御部は、前記圧電ポンプを駆動する第1の駆動周波数を選定し、
 前記第2学習制御部は、前記第1学習制御部で選定された前記第1の駆動周波数を含む所定の領域内から第2の駆動周波数を選定する、
 呼気測定装置。

【請求項 2】

前記第2学習制御部で選定された前記第2の駆動周波数を用い、前記圧電ポンプによって流通する気体の流量が一定になるように、前記圧電ポンプに印加する駆動印加電圧のデューティ比を調整する制御を行う電圧デューティ比調整部を更に備えた、
 請求項1に記載の呼気測定装置。

【請求項 3】

前記第1学習制御部は、前記第1の駆動周波数を選定するとともに、前記圧電ポンプに印加する駆動印加電圧を選定する、請求項1に記載の呼気測定装置。

【請求項4】

前記第1学習制御部は、

所定の電圧を印加した状態で周波数を変更することによって前記圧電ポンプの圧電素子が共振する周波数を検出する共振周波数検出部を有し、

前記第1の駆動周波数は、前記共振する周波数である、
請求項3に記載の呼気測定装置。

【請求項5】

外気から前記所定成分が取り除かれたゼロガスを生成するゼロガス生成部と、

前記圧電ポンプへと送る気体を、前記チャンパ内の呼気又は前記ゼロガス生成部によって生成されたゼロガスのいずれかに切り替える切替部と、

前記圧電ポンプによって流通する気体の流量を測定する流量検出部と、
を備え、

前記第1学習制御部は、

前記切替部によって前記圧電ポンプへ送られる気体がゼロガスに切り替えられた状態で、前記第1の駆動周波数及び所定の印加電圧を用いて前記圧電ポンプを動作させた際に前記流量検出部によって検出された流量を、第1の目標流量と比較する第1流量比較部と、

前記第1流量比較部による比較に基づいて前記流量検出部によって検出された流量が前記第1の目標流量になるように前記所定の印加電圧を調整する第1調整部と、
を有し、

前記駆動印加電圧は、前記第1調整部によって調整された印加電圧である、
請求項3に記載の呼気測定装置。

【請求項6】

前記第2学習制御部は、前記第1の駆動周波数を含む所定の領域内から第2の駆動周波数を選定し、且つ前記駆動印加電圧のデューティ比である駆動デューティ比を選定する、
請求項3に記載の呼気測定装置。

【請求項7】

前記圧電ポンプの動作によって流通する気体の流量を検出する流量検出部を更に備え、

前記第2学習制御部は、

前記駆動印加電圧のデューティ比を変化させて流量を第2の目標流量に保ちながら前記第1の駆動周波数を所定の周波数間隔で変化させる周波数変化部と、

前記周波数変化部によって周波数が変化された際の前記デューティ比の増減を判定するデューティ比増減判定部と、

判定された前記デューティ比の増減に基づいて、最も小さい前記デューティ比を選定するデューティ比選定部と、を有し、

前記第2の駆動周波数は、前記デューティ比が最も小さくなった周波数であり、

前記駆動デューティ比は、前記デューティ比選定部によって選定された最も小さいデューティ比である、

請求項6に記載の呼気測定装置。

【請求項8】

前記圧電ポンプの動作によって流通する気体の流量を検出する流量検出部と、

前記第2の駆動周波数、前記駆動印加電圧、及び前記駆動デューティ比を用いて前記圧電ポンプを動作させ前記流量検出部によって検出された流量が第2の目標流量と異なる場合、流量が前記第2の目標流量になるように、前記第2の駆動周波数を固定した状態で前記駆動印加電圧及び前記駆動デューティ比を調整する電圧デューティ比調整部と、
を更に備えた、

請求項6に記載の呼気測定装置。

【請求項9】

外気から前記所定成分が取り除かれたゼロガスを生成するゼロガス生成部と、

請求項6に記載の呼気測定装置。

前記測定部によって測定された前記チャンバ内の呼気の測定値と、前記測定部によって測定された前記ゼロガスの測定値から、前記所定成分の濃度を演算する測定制御部とを更に備え、

前記ゼロガス生成部は、

前記所定成分を取り除くフィルター部と、

外気が前記フィルター部へと流入する流入部と、

前記流入部に配置され、外気が前記フィルター部へと流入する際に開状態となるワンウェイバルブと、
を有し、

前記ワンウェイバルブには、スリットが形成されており、

前記ワンウェイバルブの開状態及び閉状態の双方において、前記フィルター部は前記スリットを通じて外部と連通している、
請求項 1 に記載の呼気測定装置。

10

【請求項 10】

前記第 2 学習制御部は、

前記第 1 の駆動周波数を含む所定の領域内から第 2 の駆動周波数を選定し、且つ前記駆動印加電圧のデューティ比である駆動デューティ比を選定し、

前記駆動印加電圧のデューティ比を変化させて流量を第 2 の目標流量に保ちながら前記第 1 の駆動周波数を所定の周波数間隔で変化させる周波数変化部と、

前記周波数変化部によって周波数が変化された際の前記デューティ比の変化に基づいて、最も小さい前記デューティ比を選定するデューティ比選定部と、を有し、

前記第 2 の駆動周波数は、前記デューティ比が最も小さくなった周波数であり、

前記駆動デューティ比は、前記デューティ比選定部によって選定された最も小さいデューティ比であり、

前記第 1 の目標流量は、前記第 2 の目標流量よりも大きく設定されている、

請求項 5 に記載の呼気測定装置。

20

【請求項 11】

前記所定成分は、一酸化窒素である、請求項 1、5 および 9 のいずれか一項に記載の呼気測定装置

【請求項 12】

呼気を一時的に溜め込むチャンバと、呼気中の所定成分を測定する測定部と、前記チャンバ内に溜め込まれた呼気を前記測定部に供給する圧電ポンプとを備えた呼気測定装置の制御方法であって、

前記圧電ポンプにより前記チャンバ内の呼気を前記測定部に供給する前に、前記圧電ポンプを駆動する第 1 の駆動周波数を選定することで、前記圧電ポンプの動作設定を行う第 1 学習制御工程と、

前記圧電ポンプにより前記チャンバ内の呼気を前記測定部に供給開始した後であって、前記測定部によって測定を行う前に、前記第 1 学習制御工程で選定された前記第 1 の駆動周波数を含む所定の領域内から第 2 の駆動周波数を選定することで、前記圧電ポンプの動作設定を行う第 2 学習制御工程と、

を備えた、呼気測定装置の制御方法。

30

40

【請求項 13】

前記第 2 学習制御工程で選定された前記第 2 の駆動周波数を用い、前記圧電ポンプによって流通する気体の流量が一定になるように、前記圧電ポンプに印加する駆動印加電圧のデューティ比を調整する制御を行う電圧デューティ比調整工程を更に備えた、請求項 12 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 14】

前記第 1 学習制御工程は、

前記圧電ポンプを駆動する第 1 の駆動周波数と、前記圧電ポンプに印加する駆動印加電圧を選定する、

50

請求項 1 2 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 学習制御工程は、

所定の電圧を印加した状態で周波数を変更することによって前記圧電ポンプの圧電素子が共振する周波数を検出する共振周波数検出動作を有し、

前記第 1 の駆動周波数は、前記共振する周波数である、

請求項 1 4 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 学習制御工程は、

外気から前記所定成分が取り除かれたゼロガスが前記圧電ポンプへ送られている状態で、前記第 1 の駆動周波数及び所定の印加電圧を用いて前記圧電ポンプを動作させた際の流量と、第 1 の目標流量とを比較する第 1 流量比較動作と、

前記第 1 流量比較動作による比較に基づいて、前記圧電ポンプによって流通する気体の流量が前記第 1 の目標流量になるように前記所定の印加電圧を調整する第 1 調整動作と、を有し、

前記駆動印加電圧は、前記第 1 調整動作によって調整された印加電圧である、

請求項 1 4 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 1 7】

前記第 2 学習制御工程は、前記第 1 の駆動周波数を含む所定の領域内から第 2 の駆動周波数を選定し、且つ前記駆動印加電圧のデューティ比である駆動デューティ比を選定する

請求項 1 4 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 1 8】

前記第 2 学習制御工程は、

前記駆動印加電圧のデューティ比を変更して流量を第 2 の目標流量に保ちながら前記第 1 の駆動周波数を所定の周波数間隔で変更する周波数変化動作と、

前記周波数変化動作によって周波数が変更された際の前記デューティ比の増減を判定するデューティ比増減判定動作と、

判定された前記デューティ比の増減に基づいて、最も小さい前記デューティ比を選定するデューティ比選定動作と、を有し、

前記第 2 の駆動周波数は、前記デューティ比が最も小さくなった周波数であり、

前記駆動デューティ比は、前記デューティ比選定動作によって選定された最も小さいデューティ比である、

請求項 1 7 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 1 9】

前記第 2 の駆動周波数、前記駆動印加電圧、及び前記駆動デューティ比を用いて前記圧電ポンプを動作させた際の流量が第 2 の目標流量と異なる場合、流量が前記第 2 の目標流量になるように、前記第 2 の駆動周波数を固定した状態で前記駆動印加電圧及び前記駆動デューティ比を調整する電圧デューティ比調整工程を更に備えた、

請求項 1 7 に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項 2 0】

前記第 2 学習制御工程は、

前記第 1 の駆動周波数を含む所定の領域内から第 2 の駆動周波数を選定し、且つ前記駆動印加電圧のデューティ比である駆動デューティ比を選定し、

前記駆動印加電圧のデューティ比を変更して流量を第 2 の目標流量に保ちながら前記第 1 の駆動周波数を所定の周波数間隔で変更する周波数変化動作と、

前記周波数変化動作によって周波数が変更された際の前記デューティ比の変化に基づいて、最も小さいデューティ比を選定するデューティ比選定動作と、を有し、

前記第 2 の駆動周波数は、前記デューティ比が最も小さくなった周波数であり、

前記駆動デューティ比は、前記デューティ比選定動作によって選定された最も小さいデ

10

20

30

40

50

ユーティ比であり、

前記第1の目標流量は、前記第2の目標流量よりも大きく設定されている、
請求項16に記載の呼気測定装置の制御方法。

【請求項21】

前記所定成分は、一酸化窒素である、請求項12または16のいずれかに記載の呼気測定装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、喘息検出、肺機能検出などを行う際に使用する呼気測定装置及びその制御方法に関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

従来、この種の呼気測定装置は、呼気を一時的に溜め込むチャンバと、このチャンバ内に溜め込まれた呼気を測定部に供給する電磁ポンプと、この電磁ポンプの動作制御を行う制御部とを備えた構成となっていた。

すなわち、呼気を直接測定部に吹き込むことで、呼気内に含まれるアンモニア等を測定しようとした場合、測定部に吹き込まれる呼気の状態がばらつくので、一旦呼気をチャンバ内に溜め、次にこのチャンバ内の呼気を電磁ポンプにより測定部に供給するようになっていた（例えば、特許文献1参照）。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特表2010-509586号公報

【発明の概要】

【0004】

（発明が解決しようとする課題）

上記従来例における課題は検出精度が低くなるということであった。すなわち電磁ポンプは一回のストロークが大きいので、この電磁ポンプによって測定部に供給される呼気流の脈流が大きくなり、その結果として測定部における検出値にバラツキが大きくなり、それにより検出精度が低くなるのであった。 30

【0005】

そこで、本発明は、従来の呼気測定装置の課題を考慮し、検出精度が向上した呼気測定装置及びその制御方法を提供することを目的とする。

（課題を解決するための手段）

そして、この目的を達成するために本発明の呼気測定装置は、チャンバと、測定部と、圧電ポンプと、第1学習制御部と、第2学習制御部と、測定制御部とを備えている。チャンバは、呼気を一時的に溜め込む。測定部は、呼気中の所定成分を測定する。圧電ポンプは、チャンバ内に溜め込まれた呼気を測定部に供給する。第1学習制御部は、圧電ポンプによりチャンバ内の呼気を測定部に供給する前に圧電ポンプの動作設定を行う第1の動作設定モードを実行する。第2学習制御部は、圧電ポンプによりチャンバ内の呼気を測定部に供給開始した後であって、測定部によって測定を行う前に圧電ポンプの動作設定を行う。 40

【0006】

すなわち、本発明においてはチャンバ内に溜められた呼気を圧電ポンプにより測定部に供給する構成としたものであり、圧電ポンプはストロークが小さいので、この圧電ポンプによって測定部に供給される呼気の流れは小さくなり、その結果として測定部における検出値のバラツキは小さく、これにより検出精度を高めることが出来る。

また、本発明においては、圧電ポンプによりチャンバ内の呼気を測定部に供給する前に圧電ポンプの動作設定を行い、圧電ポンプによりチャンバ内の呼気を測定部に供給開始後 50

に圧電ポンプの動作設定を行い、その後、測定部による測定を実行する構成としたので、検出精度を高めることができる。

【 0 0 0 7 】

すなわち、圧電ポンプはその使用環境（例えば温度）によって最適な設定（例えば、駆動周波数）が変化するので、本発明においては、チャンパ内の呼気を測定部に供給する前と、圧電ポンプによりチャンパ内の呼気を測定部に供給開始後に、圧電ポンプの動作設定を行う。

これにより圧電ポンプは最適な状態で駆動され、その結果として測定部に供給する呼気の状態が安定し、その結果として検出精度を高めることができるのである。

【 0 0 0 8 】

10

（発明の効果）

本発明によれば、検出精度が向上した呼気測定装置及びその制御方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置を示す斜視図

【図 2】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置のハンドル部の断面図

【図 3】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の制御ブロック図

【図 4】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の流量調節器の断面図

【図 5】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置のチャンパの断面図

20

【図 6】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の入力ガス切替器の断面図

【図 7 A】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置のゼロガス生成器の断面図

【図 7 B】図 7 A の部分拡大図

【図 7 C】図 7 B を矢印 X 方向から見た背面図

【図 8 A】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の圧電ポンプの平面模式図

【図 8 B】図 8 A の A A 間の矢示断面図

【図 9】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の制御ブロック図

【図 1 0】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の動作フローチャート

【図 1 1】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の動作フローチャート

【図 1 2】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の動作フローチャート

30

【図 1 3】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の動作フローチャート

【図 1 4】本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置の動作フローチャート

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下に、本発明の実施の形態 1 における呼気測定装置を、添付図面を用いて説明する。

（実施の形態 1）

< 1 . 構成 >

（呼気測定装置の概要）

図 1 は、呼気測定装置の一例であって、喘息検出に関連性がある呼気中に含まれる一酸化窒素を測定する呼気測定装置である。

40

【 0 0 1 1 】

本実施の形態の呼気測定装置は、図 1 に示すようにハンドル部 1 と、ハンドル部 1 とチューブ 2 によって接続された測定装置本体 3 とを備えている。

ハンドル部 1 は、使用者が呼気を吹込むための構成であり、使用者がハンドル部 1 を把持して呼気が吹き込まれる。このハンドル部 1 には、チューブ 2 の一端 2 a が接続され、また、このチューブ 2 の他端 2 b には、吹き込まれた呼気を測定するための測定装置本体 3 が接続されている。つまり、ハンドル部 1 はチューブ 2 を介して測定装置本体 3 に接続されている。

【 0 0 1 2 】

（ハンドル部 1）

50

図2は、ハンドル部1の断面図である。ハンドル部1には、図2に示すように、ハンドル部本体4と、ハンドル部本体4の上方に装着されるマウスピース5と、このハンドル部本体4の下方に設けられた吸気孔6と、チューブ2の一端2aが接続されている接続部7とが設けられている。

【0013】

この接続部7は、ハンドル部本体4の円筒部8と、円筒部8の内側に設けられた接続部材9とにより構成されている。また、吸気孔6は、円筒部8の周囲に円環状に複数個形成されている。

また、接続部材9は、円筒部8の内周よりも径が小さい径小部10を有している。

そして、径小部10の外周面と円筒部8の内周面の間に、チューブ2が配置されている。径小部10と円筒部8によってチューブ2を挟み込むことで、チューブ2がハンドル部本体4に固定されている。

【0014】

さらに、ハンドル部本体4には、吸気孔6とマウスピース5の吸気入口部11とを接続する第1吸気経路12及び第2吸気経路18と、マウスピース5の呼気排出部13とチューブ2の一端2aとを接続する排出経路19が形成されている。第1吸気経路12と第2吸気経路18の間には、本実施の形態の呼気測定装置で測定される成分(本実施形態では一酸化窒素)を大気から取り除くフィルター部15が設けられている。第1吸気経路12とフィルター部15の間には、第1ワンウェイバルブ14が設けられており、フィルター部15と第2吸気経路18の間には第2ワンウェイバルブ17が設けられている。なお、本実施の形態1においては、吸気入口部11と呼気排出部13は、同じ場所に形成されているが、それぞれを別々に設けても良い。

【0015】

ここで、使用者が呼気を測定する手順に従い、ハンドル部1の説明を行う。

まず、使用者は、図1の状態、呼気をハンドル部1に吹き込むために、ハンドル部1を構成している図2のハンドル部本体4を手で握り、マウスピース5の呼気排出部13に口を付ける。そして、使用者は、呼気を測定装置本体3に吹き込むために、呼気排出部13に口を付けたままの状態、先ずは息を吸い込む。

【0016】

使用者が息を吸い込むことで、ハンドル部本体4の吸気孔6から大気がハンドル部1に取り込まれる。取り込まれた大気は、第1吸気経路12を通り、第1ワンウェイバルブ14を通過し、フィルター部15へと流れ込む。

ここで、使用者がハンドル部本体4を手で握ったとしても、吸気孔6が手で塞がれることがないようにするために、この吸気孔6は、チューブ2の一端2aがハンドル部本体4に接続している側、具体的には、湾曲面16に形成されている。そして、湾曲面16は、チューブ2の一端2a側から他端2b側に向けて、円筒部8側から外周部20側に拡開するようにテーパ形状に形成されている。

【0017】

このような構成により、安定的に大気をハンドル部1に吸込むことが可能となり、再測定などを行う必要がなく、装置として操作性の良いものとなる。

次に、上述したフィルター部15に流れ込んだ大気は、フィルター部15に配置されている一酸化窒素除去剤により、その内部の一酸化窒素が除去される。

一酸化窒素が除去された大気は、第2ワンウェイバルブ17を通過し、第2吸気経路18を通り、マウスピース5の吸気入口部11へと流れ込み、使用者の体内へと吸込まれる。その後、使用者が呼気をマウスピース5の呼気排出部13に吹き込むと、排出経路19へと呼気が流れ込む。

【0018】

このようにして、使用者がマウスピース5の呼気排出部13から吹き込んだ呼気は、排出経路19を経由し、次に接続部7に接続されているチューブ2を通過して、測定装置本体3へと流れ込み、呼気中の一酸化窒素が測定される。

なお、排出経路 19 と第 2 吸気経路 18 は、同じ場所に形成されているが、それぞれを別々に設けても良い。

【0019】

このように、使用者がハンドル部 1 を手で握って呼気を吹き込むのであるが、使用者は、自らの口にハンドル部 1 を引き付け、呼気を吹き込む。

(測定装置本体 3)

図 3 は、本実施形態の呼気測定装置の構成を示すブロック図である。図 3 に示すように、本実施形態の測定装置本体 3 は、圧力センサ 21 と、流量調節器 22 と、チャンバ 23 と、ゼロガス生成器 37 と、入力ガス切替器 31 と、流量センサ 43 と、圧電ポンプ 44 と、測定部 45 と、表示部 46 と、電源スイッチ 47 と、メモリ 49 と、制御部 48 とを備えている。

10

【0020】

(圧力センサ 21 及び流量調節器 22)

圧力センサ 21 は、チューブ 2 を介してハンドル部 1 から測定装置本体 3 に流入する呼気の圧力を測定し、圧力センサ 21 によって呼気が吹き込まれたか否かを判定することが出来る。

図 4 は、流量調節器 22 の構成図である。流量調節器 22 は、流入した呼気の流量を調整してチャンバ 23 へと供給する。流量調節器 22 は、呼気が流入する呼気流入部 220 と、呼気が流出する呼気流出部 221 と、呼気流入部 220 と呼気流出部 221 の間を連通する弁孔 24 と、弁孔 24 を開閉可能な駆動弁 25 と、駆動モータ 26 と、チャンバ 23 への流出側に設けられた流量センサ 27 とを有している。駆動弁 25 は駆動モータ 26 によって駆動されるように構成されており、流量センサ 27 は、流量調節器 22 下流の呼気量を監視する。又、駆動モータ 26 は、圧力センサ 21 及び流量センサ 27 による検知結果に基づいて制御部 48 によって制御される。

20

【0021】

すなわち、ハンドル部 1 からチューブ 2 を介して測定装置本体 3 に供給された呼気は、次に図 3 及び図 4 に示す圧力センサ 21 と流量調節器 22 によって流量を調整した状態で、チャンバ 23 に供給される。

具体的には、まず圧力センサ 21 によって呼気の圧力が検知され、呼気の流入が検出される。次に流量調節器 22 は、流量センサ 27 によって検出された呼気の流量が多い場合には、駆動弁 25 によって弁孔 24 の開口度を小さくし、逆に流量センサ 27 によって検出された呼気の流量が少ない場合には、駆動弁 25 によって弁孔 24 の開口度を大きくする。このような制御によりチャンバ 23 に対する呼気の流入量を安定化することが出来る。

30

【0022】

(チャンバ 23)

図 5 は、チャンバ 23 の構成を示す模式図である。

チャンバ 23 は、図 5 に示すように容器 28 の一端側に流量調節器 22 側からの流入口 29 が設けられている。また、この容器 28 内には蛇行経路 30 が形成され、この蛇行経路 30 の中間部分には図 3 に示す入力ガス切替器 31 への流出口 32 が形成されている。さらに蛇行経路 30 の始点側と終点側にはそれぞれ吸排気孔 33、34 が形成されている。

40

【0023】

容器 28 は略直方体形状であり、対向する略矩形の平面と、2つの平面の間に、それらと略垂直に設けられた側面とを有している。

容器 28 は、対向する平面のうち一方の平面が測定装置本体 3 のハウジングの内面に載置されている。図 5 では、容器 50 の対向する平面のうちハウジングの内面と接触していない方の平面が 28a として示されている。そして、この平面 28a を貫通する貫通孔によって吸排気孔 33、34 が形成されている。また、平面 28a と略垂直に壁部 28s が形成されており、この壁部 28s によって蛇行経路 30 が形成されている。

50

【 0 0 2 4 】

吸排気孔 3 3、3 4 は、測定装置本体 3 の外部へと繋がっているため、チャンバ 2 3 内は常に大気開放されている。

(入力ガス切替器 3 1)

図 6 は、入力ガス切替器 3 1 の構成を示す模式図である。

入力ガス切替器 3 1 は、図 6 に示すように呼気流入部 3 1 0 と、ゼロガス流入部 3 1 1 と、流出部 3 1 2 と、弁孔 3 5 と、駆動弁 3 6 と、弁孔 3 8 と、駆動弁 3 9 と、駆動部 4 0 とを有している。

【 0 0 2 5 】

呼気流入部 3 1 0 には、チャンバ 2 3 の流出口 3 2 から呼気が流入する。ゼロガス流入部 3 1 1 には、後述するゼロガス生成器 3 7 から NO ゼロガスが流入する。流入した呼気又ゼロガスが、流出部 3 1 2 から流量センサ 4 3 (後述する) 側へと流出する。

弁孔 3 5 は、呼気流入部 3 1 0 と流出部 3 1 2 の間を連通している。駆動弁 3 6 は、弁孔 3 5 を開閉可能であり、駆動部 4 0 によって駆動される。弁孔 3 8 は、ゼロガス流入部 3 1 1 と流出部 3 1 2 の間を連通している。駆動弁 3 9 は、弁孔 3 8 を開閉可能であり、駆動部 4 0 によって駆動される。駆動部 4 0 は、制御部 4 8 によって制御されており、駆動弁 3 6 と駆動弁 3 9 のそれぞれの駆動を行う。

【 0 0 2 6 】

すなわち、弁孔 3 5 及び駆動弁 3 6 は、チャンバ 2 3 の流出口 3 2 から呼気が吸い出される経路に介在させており、弁孔 3 8 及び駆動弁 3 9 は、図 7 に示すゼロガス生成器 3 7 からの空気が吸い出される経路に介在させている。駆動部 4 0 によって駆動弁 3 6 と駆動弁 3 9 がそれぞれ駆動されることにより、チャンバ 2 3 内の呼気又はゼロガス生成器 3 7 からの NO ゼロガスを選択的に流量センサ 4 3 側へと送ることが出来る。

【 0 0 2 7 】

(ゼロガス生成器 3 7)

図 7 A は、ゼロガス生成器 3 7 の構成を示す模式図である。

ゼロガス生成器 3 7 は、図 7 A に示すように、容器 3 7 0 と、容器 3 7 0 内に配置されたフィルター部 4 2 と、容器 3 7 0 の入力ガス切替器 3 1 とは反対側の開口 3 7 0 a に配置されたワンウェイバルブ 4 1 とを有している。ワンウェイバルブ 4 1 は、吸い込み時のみ開放する。フィルター部 4 2 は、大気の吸引方向においてワンウェイバルブ 4 1 の下流に設けられており、一酸化窒素を除去する。

【 0 0 2 8 】

図 7 B は、ゼロガス生成器 3 7 のワンウェイバルブ 4 1 近傍を拡大した図である。図 7 C は、図 7 A に示す矢印 X 方向からゼロガス生成器 3 7 を見た図である。

図 7 B に示すように、容器 3 7 0 の入力ガス切替器 3 1 の反対側の端には、開口 3 7 0 a が形成されており、この開口 3 7 0 a を塞ぐようにワンウェイバルブ 4 1 が配置されている。ワンウェイバルブ 4 1 はゴム等によって形成されている。ワンウェイバルブ 4 1 は、図 7 C に示すように、X 方向から見て半円形状の第 1 部分 4 1 a と第 2 部分 4 1 b を有している。この第 1 部分 4 1 a 及び第 2 部分 4 1 b は、その湾曲する外周の中央部分で開口 3 7 0 a の縁 3 7 0 b と接着されており、容器 3 7 0 の内側に向かって、互いに除々に接近するように傾斜して配置されている。尚、第 1 部分 4 1 a と縁 3 7 0 b の接着部分は、図 7 C において S 1 で示され、第 2 部分 4 1 b と縁 3 7 0 b の接着部分は、図 7 C において S 2 で示されている。

【 0 0 2 9 】

第 1 部分 4 1 a の容器 3 7 0 内側の端 4 1 a e と、第 2 部分 4 1 b の容器 3 7 0 内側の端 4 1 b e 間には、スリット 4 1 1 が形成されている。図 7 C に示すように、スリット 4 1 1 は、開口 3 7 0 a の中心 O を通り直径に沿って形成されている。

圧電ポンプ 4 4 が動作して矢印 X 方向から大気が吸引されると、第 1 部分 4 1 a は大気の流れを受けて、その端 4 1 a e 側が容器 3 7 0 の壁面側 (矢印 Y 1 方向) に移動するように変形し、第 2 部分 4 1 b は大気の流れを受けて、その端 4 1 b e 側が容器 3 7 0 の壁

10

20

30

40

50

面側（矢印 Y 2 方向）に移動するように変形する。第 1 部分 4 1 a と第 2 部分 4 1 b の変形によって、開口が広くなり、大気がフィルター部 4 2 に吸い込まれる。

【 0 0 3 0 】

一方、容器 3 7 0 の内側の圧力が高まった場合であっても、第 1 部分 4 1 a 及び第 2 部分 4 1 b は、それらの間の距離が容器 3 7 0 の外側から内側に向かって狭くなるように配置されているため、端 4 1 a e と端 4 1 b e の間隔が広まることはなく、むしろ狭まり気体が外部へ流出することが妨害される。

尚、本実施形態のゼロガス生成器 3 7 にはスリット 4 1 1 が形成されているため、ゼロガス生成器 3 7 に大気を吸引しない場合でもフィルター部 4 2 が大気に触れてフィルター部 4 2 の性能が徐々に劣化することになるが、所定の期間は NO 除去効果が発揮可能なようにスリット 4 1 1 の間隔が調整されている。

10

【 0 0 3 1 】

（流量センサ 4 3、圧電ポンプ 4 4 及び測定部 4 5）

図 3 に示すように、図 6 に示す入力ガス切替器 3 1 の下流側には流量センサ 4 3 を介して圧電ポンプ 4 4 が設けられている。流量センサ 4 3 は、圧電ポンプ 4 4 を動作させた際に、吸い込まれる気体の流量を計測する。

図 8 A は、圧電ポンプ 4 4 を模式的に示した平面図である。図 8 B は、図 8 B の A A 間の矢示断面図である。図 8 A 及び図 8 B に示すように、圧電ポンプ 4 4 は、略円筒形状の筐体 4 4 8 を有しており、筐体 4 4 8 の上面中央に気体の出口 4 4 5 が設けられており、筐体 4 4 8 の下面中央に気体の入口 4 4 4 が設けられている。入口 4 4 4 は、流量センサ 4 3 を経由して入力ガス切替器 3 1 と接続されている。出口 4 4 5 は、測定部 4 5 と接続されている。

20

【 0 0 3 2 】

また、圧電ポンプ 4 4 は、筐体 4 4 8 の内部の中央に配置されたポンプ室 4 4 0 と、ポンプ室 4 4 0 の一部（底面側）を形成するダイヤフラム 4 4 1 と、ポンプ室 4 4 0 の外側であってダイヤフラム 4 4 1 の下側に設けられた圧電素子 4 4 2 と、圧電素子 4 4 2 を下側から覆うように配置されたカバー部 4 4 7 と、カバー部 4 4 7 とポンプ室 4 4 0 の周囲に形成され、ポンプ室 4 4 0 と孔 4 4 6 を介して連通した流路 4 4 3 とを備えている。流路 4 4 3 は、詳細には、カバー部 4 4 7 及びポンプ室 4 4 0 の下面側、側面側、及び上面側であって、筐体 4 4 8 とカバー部 4 4 7 の間及び筐体 4 4 8 とポンプ室 4 4 0 の間に形成されている。

30

【 0 0 3 3 】

圧電素子 4 4 2 の振動によりダイヤフラム 4 4 1 が振動し、ポンプ室 4 4 0 の体積が増減することによって入口 4 4 4 から出口 4 4 5 に向かって流路 4 4 3 内を気体が移動する（図 8 A 及び図 8 B の矢印参照）。

このように圧電ポンプ 4 4 では、圧電素子 4 4 2 の振動が気体のポンピング機能として作用するため、圧電素子 4 4 2 の振動によって呼気又はゼロガスが測定部 4 5 へと送り込まれる。詳しくは後述するが、圧電ポンプ 4 4 を動作させるために入力するパラメータとしては、圧電素子 4 4 2 を振動する振動周波数、印加電圧、及び印加電圧のデューティ比が挙げられる。これらのパラメータを適切な値とすることで、測定部 4 5 に送る流量の精度を向上することが出来、精度良く測定を行うことが出来る。尚、これらのパラメータの適切な値を導く制御については、後述する。

40

【 0 0 3 4 】

又、圧電ポンプ 4 4 の下流に測定部 4 5 が設けられている。この測定部 4 5 では一酸化窒素の量を検出し、その結果を表示部 4 6 に表示させる構成となっている。

そして、図 3 において示すように、上述した圧力センサ 2 1、駆動モータ 2 6、流量センサ 2 7、駆動部 4 0、流量センサ 4 3、圧電ポンプ 4 4、測定部 4 5、表示部 4 6、および電源スイッチ 4 7 は制御部 4 8 に接続されている。

【 0 0 3 5 】

（制御部 4 8）

50

図9は、制御部48における圧電ポンプ44の制御に関する構成を示すブロック図である。

本実施の形態の呼気測定装置の制御部48は、測定部45によって一酸化窒素濃度を測定する際に圧電ポンプ44を動作させるためのパラメータである振動周波数、駆動電圧、及びデューティ比を選定して設定するために、第1学習制御部100と、第2学習制御部110と、電圧デューティ比調整部120と、測定制御部130とを有している。尚、図9では、圧電ポンプ44以外の制御に関する構成は省略している。

【0036】

(第1学習制御部100)

第1学習制御部100は、圧電ポンプ44を動作させる第1の駆動周波数と、駆動電圧を算出する。第1学習制御部100は、共振周波数検出部101と、第1流量比較部102と、第1調整部103と、第1設定部104とを有している。

共振周波数検出部101は、所定の電圧を印加した状態で周波数を変更することにより、圧電ポンプ44の圧電素子の共振周波数を検出する。

【0037】

第1流量比較部102は、上記所定の値の電圧及び共振周波数を用いて圧電ポンプ44を動作させた際に流量センサ43によって検出された流量と、目標流量を比較する。圧電ポンプ44を動作させる際には、入力ガス切替器31によってゼロガス生成器37からのNOゼロガスが圧電ポンプ44に送られる状態となっている。

第1調整部103は、第1流量比較部102による比較結果に基づいて、流量センサ43によって検出された流量が目標流量になるように上記所定の印加電圧の値を調整する。

【0038】

第1設定部104は、共振周波数を第1の駆動周波数として設定し、調整された印加電圧を駆動印加電圧として設定し、メモリ49に記憶する。

(第2学習制御部110)

第2学習制御部110は、第1の駆動周波数及び駆動印加電圧に基づいて、第2の駆動周波数と駆動デューティ比を選定して設定する。

【0039】

第2学習制御部110は、周波数変化部111と、デューティ比増減判断部112と、デューティ比選定部113と、第2設定部114とを有している。

周波数変化部111は、流量センサ43によって検出される流量に基づいて、駆動印加電圧のデューティ比を変化させて流量を一定に保ちながら第1の駆動周波数を所定の周波数間隔で変化させる。

【0040】

デューティ比増減判断部112は、周波数変化部111による周波数の変化に伴うデューティ比の増減を判定する。

デューティ比選定部113は、判定されたデューティ比の増減に基づいて最も小さいデューティ比を選定する。

第2設定部114は、デューティ比選定部113によってデューティ比が選定された周波数を、第2の駆動周波数として設定し、選定されたデューティ比を駆動デューティ比として設定する。

【0041】

(電圧デューティ比調整部120)

電圧デューティ比調整部120は、第2の駆動周波数、駆動印加電圧及び駆動デューティ比が設定された後、流量センサ43によって検出される流量が目標流量と異なるようになった場合、検出される流量が目標流量になるように第2の駆動周波数に基づいて駆動印加電圧及び駆動デューティ比を調整する。

【0042】

電圧デューティ比調整部120は、第2流量比較部121と、第2調整部122と、第3設定部123とを有する。

10

20

30

40

50

第2流量比較部121は、測定の際に、第2の駆動周波数、駆動印加電圧及び駆動デューティ比を用いて動作させた圧電ポンプ44によるチャンバ23内からの呼気の流量と、目標流量値とを比較する。

【0043】

第2調整部122は、目標流量になるように印加電圧を調整する印加電圧調整部125と、デューティ比を調整するデューティ比調整部124を有する。

第3設定部123は、調整された駆動印加電圧及び駆動デューティ比を新たな駆動印加電圧及び駆動デューティ比としてメモリ49に設定する。

(測定制御部130)

測定制御部130は、測定の際に、入力ガス切替器31、ゼロガス生成器37、及び測定部45等の制御を行う。具体的には、測定部45によるチャンバ23内の呼気中の一酸化窒素の濃度を測定した後に、入力ガス切替器31をゼロガス生成器37側に切り替えて、NOゼロガスにおける一酸化窒素濃度(ブランク値)を測定した後、呼気中の一酸化窒素濃度からブランク値を差し引き、一酸化窒素濃度の演算を行う。

10

【0044】

<2.動作>

図10は、本実施の形態の呼気測定装置の制御を示すフロー図である。

以上の構成において、呼気の測定を行うためにはまず、図3の電源スイッチ47がオン状態とされる(図10のS1)。

すると制御部48は図6に示す入力ガス切替器31を初期状態とする(図10のS2)。この初期状態とは、駆動部40により駆動弁36、39が駆動されて、弁孔35は駆動弁36によって閉じられ、弁孔38は開放された状態のことである。

20

【0045】

次に、制御部48は圧電ポンプ44の動作設定(第1学習制御工程の一例)を行う(図10のS3)。

(圧電ポンプの動作設定S3(第1学習制御工程の一例))

以下に、図11を用いて圧電ポンプ44の動作設定について詳しく説明する。図11は、本実施の形態の呼気測定装置の圧電ポンプ44の動作設定の制御を示すフロー図である。

【0046】

尚、圧電ポンプ44自体は良く知られているように圧電素子(図示せず)を例えば24~28kHzで振動させ、その振動力で呼気を搬送する構成である。

30

このような圧電ポンプ44を用いた場合には、まず、制御部48の共振周波数検出部101は、圧電ポンプ44の電源をオン状態とし(図11のS101)、次に圧電素子に加える電圧を例えば6V(所定の印加電圧の一例)に設定し(図11のS102)、振幅を固定した上で周波数サーチを行う(図11のS103)。

【0047】

この周波数サーチでは、圧電素子に、上述した24~28kHz、6Vを例えば256Hzの間隔で順次供給し、共振周波数検出部101は、この圧電素子が共振する周波数をまずは粗く仮選定する。次にこの粗く仮選定された周波数の上下256Hzの間を、256Hzより細かい間隔、例えば20Hzの間隔で、更に6Vを順次供給し、この圧電素子が共振する周波数が選定される。

40

【0048】

そして、この周波数サーチによって圧電素子が共振する周波数が選定できると(図11のS104)、次に、第1流量比較部102が、流量センサ43により流量を検出する。このときには図6に示す弁孔38が開口しているので、圧電ポンプ44が駆動されると、ゼロガス生成器37のワンウェイバルブ41及び弁孔38を介して空気がこの圧電ポンプ44によって吸引されることになり、このときの流量が流量センサ43によって検出される。

【0049】

50

そして、流量センサ 43 によって検出された流量が目標流量である 3 mL / 秒（第 1 の目標流量の一例）よりも少ないか否かが、第 1 流量比較部 102 によって検出される（図 11 の S105）。

この流量が例えば 3 mL / 秒の目標値よりも少ないときには、第 1 調整部 103 が、圧電素子に印加する電圧を上述した 6 V から増加させる（図 11 の S105、S106）。その後再び流量センサ 43 によって検出された流量が目標値になっているか、否かの判定が第 1 流量比較部 102 によって行われる（図 11 の S107）。

【0050】

そして、流量センサ 43 によって検出された流量が目標値に到達すると、第 1 設定部 104 が、その印加電圧（駆動印加電圧の一例）を上記（図 11 の S104）で選定した周波数（第 1 の駆動周波数の一例）と共に図 3 に示すメモリ 49 に記憶する（図 11 の S107、S108）。

一方（図 11 の S105）において、流量が目標値よりも小さくない場合には、第 1 流量比較部 102 によって再び流量と目標値が同じ値となっているか否かの判定が行われ、流量と目標値が異なれば、第 1 調整部 103 は、圧電素子に印加する電圧を上述した 6 V から減少させる（図 11 の S109、S110）。また、（図 11 の S109）において流量と目標値が同じとなれば、第 1 設定部 104 は、その印加電圧（駆動印加電圧の一例）を上記（図 11 の S104）で選定した周波数（第 1 の駆動周波数の一例）と共に図 3 に示すメモリ 49 に記憶する（図 11 の S109、S111）。

【0051】

以上のようにして図 10 における圧電ポンプ 44 の動作設定（S3）が行われる。尚、上記 S101 ~ S104 が、共振周波数検出動作の一例に対応する。上記 S105、S107、及び S109 が、第 1 流量比較動作の一例に対応する。上記 S106 及び S110 が、第 1 調整動作の一例に対応する。

上述したように、動作設定 S3 では、周波数（第 1 の駆動周波数の一例）と、印加電圧（駆動印加電圧の一例）が設定される。尚、印加電圧のデューティ比については、50% に設定されており、後述する S205 における圧電ポンプの動作設定の初期のデューティ比と同じ値に設定されている。

【0052】

次に図 10 の S4 で示すセンサ環境安定待ち状態（1 ~ 2 分）を経て、測定準備完了状態となる。具体的には制御部 48 によって表示部 46 に“呼吸を吹き込んでください”、との表示がなされる（図 10 の S4）。

続いて、制御部 48 は表示部 46 に呼吸を吹き込むことを指示する表示をした後、例えば 3 分間の内に圧力センサ 21 が圧力を検出したか、否かを判定する。つまり、この 3 分間の内にマウスピース 5 から呼吸が吹き込まなければ、圧力センサ 21 は圧力を検出せず、その結果として電源をオフの状態とする（図 10 の S5、S6）。

【0053】

また、この 3 分間の内にマウスピース 5 から呼吸が吹き込まれれば、圧力センサ 21 は圧力を検出し、その結果として呼吸の測定動作が実行される（図 10 の S5、S7）。

次に、図 12 を用いて呼吸の測定動作（S7）について説明する。

呼吸の測定動作時には、まず制御部 48 は、図 6 に示す駆動部 40 により駆動弁 36、39 を駆動することで、弁孔 35、38 をそれぞれ閉じる（図 12 の S201）。

【0054】

そして、圧力センサ 21 で圧力を検出してから 10 秒間はこの状態を維持する（図 12 の S202）。

この状態が維持されている 10 秒間の間には、流量調節器 22 に設けられている流量センサ 27 によって呼吸の流量が検出され、それに基づき駆動モータ 26 が駆動制御される。この制御により流量調節器 22 を介して一定の流量でチャンバ 23 への呼吸の供給が行われる（図 4 参照）。具体的には、流量センサ 27 で流量を確認した状態で呼吸は流入口 29 から蛇行経路 30 へと流入することとなる。このとき上述のように入力ガス切替器 3

10

20

30

40

50

1 が全閉状態となっているのでチャンバ 2 3 の流出口 3 2 は閉じられた状態となっており、このチャンバ 2 3 内に吹き込まれた呼気の一部は吸排気孔 3 3、3 4 から流出することになる。つまり、チャンバ 2 3 内に残存していた空気は吹き込まれた呼気によって排出された状態となっており、結論としてチャンバ 2 3 内は呼気で満たされた状態となっている。

【 0 0 5 5 】

上記圧力センサ 2 1 で圧力を検出してから 1 0 秒が経過すると、制御部 4 8 は、流量調節器 2 2 の弁孔 2 4 を駆動弁 2 5 で閉鎖する（図 1 2 の S 2 0 3）。つまり、制御部 4 8 が駆動モータ 2 6 を駆動することで弁孔 2 4 が駆動弁 2 5 によって閉鎖される。

次に制御部 4 8 は、入力ガス切替器 3 1 の駆動部 4 0 で駆動弁 3 6 を駆動することにより弁孔 3 5 を開放状態とする（図 1 2 の S 2 0 4）。尚、このときは入力ガス切替器 3 1 の弁孔 3 8 は閉じられた状態となっている。

【 0 0 5 6 】

この状態で制御部 4 8 の第 2 学習制御部 1 1 0 は、圧電ポンプ 4 4 の動作設定（第 2 学習制御工程の一例）を行う（図 1 2 の S 2 0 5）。

つまり、圧電ポンプ 4 4 の動作設定は上述のごとく電源スイッチ 4 7 をオン状態とした直後（図 1 0 の S 3）に行っていたが、その後の時間経過に伴い、第 1 学習制御工程よりも精度の高い動作設定を行うために、S 2 0 5 において圧電ポンプ 4 4 の動作設定が再度行われる。

【 0 0 5 7 】

（圧電ポンプ 4 4 の動作設定 S 2 0 5（第 2 学習制御工程の一例））

以下に、図 1 3 を用いて圧電ポンプ 4 4 の動作設定（第 2 学習制御工程の一例）について説明する。

具体的には、圧電ポンプ 4 4 の電源は既に（図 1 1 の S 1 0 1）でオン状態となっており、また、圧電素子に加える電圧も図 1 1 の動作設定時に、適切な値（駆動印加電圧の一例）（例えば 6 V）に設定されている。そのため、次には周波数を 2 0 H z ごとに切り替えて再度適切な駆動周波数を設定することになる。

【 0 0 5 8 】

このとき図 1 1 において既に駆動周波数（第 1 の駆動周波数の一例）も設定しているので、第 2 学習制御部 1 1 0 は、その周波数の上下 2 5 6 H z の中（所定の領域内の一例）から以下の S 3 0 1 ~ S 3 1 6 に基づきデューティ比を変えながら周波数を再選定する。ここで、測定時の目標流量は図 1 1 で用いたときより低い値とされ、例えば 2 m l / 秒（第 2 の目標流量の一例）に設定される。そして、圧電素子に印加する電圧のデューティ比が学習時の最大値 5 0 % に設定される（図 1 3 の S 3 0 1）。

【 0 0 5 9 】

次に周波数変化部 1 1 1 が、流量センサ 4 3 により流量を検出する。このときには図 6 に示す弁孔 3 5 が開口しているので、圧電ポンプ 4 4 が駆動されると、チャンバ 2 3 内の呼気が流出口 3 2 及び入力ガス切替器 3 1 の弁孔 3 5 を介して圧電ポンプ 4 4 へと吸引され、そのときの流量が流量センサ 4 3 によって検出される。

そして、周波数変化部 1 1 1 は、デューティ比を変化させて流量一定制御を行う（図 1 3 の S 3 0 2）。例えば流量が目標流量より少ないときは、周波数変化部 1 1 1 はデューティ比を 1 % ずつ増し、逆に流量が目標値より多いときはデューティ比を 1 % ずつ減じて目標流量となるようにする。この状態（流量一定制御が行われている状態）で図 1 1 において既に設定された周波数（第 1 の駆動周波数の一例）より一定周波数ごと（例えば 2 0 H z ごと）に上下どちらかに変化させると、ピーク周波数に近づくほどデューティ比が減じられる。このことを利用してピーク周波数が再設定される。

【 0 0 6 0 】

まず、周波数変化部 1 1 1 が既に設定された周波数より - 2 0 H z の周波数にして（図 1 3 の S 3 0 3）、その際のデューティ比がデューティ比増減判断部 1 1 2 によって増減を判定され、デューティ比が減じられたか判定される（図 1 3 の S 3 0 4）。

10

20

30

40

50

デューティ比が減じられた場合は、さらに周波数変化部 1 1 1 によって - 2 0 H z ごとに周波数がずらされ、デューティ比増減判断部 1 1 2 によって、そのときのデューティ比がずらす前のデューティ比 (+ 2 0 H z の周波数におけるデューティ比ともいえる) と比べて減じられたかの判定が行われ、これらの動作が繰り返される (図 1 3 の S 3 0 5 , S 3 0 6) 。そして、デューティ比が減じられなくなる前の周波数の設定が、圧電素子をもっとも大きくふれる周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) であるとしてデューティ比選定部 1 1 3 によって選定され、デューティ比が減じられなくなる前の周波数を、第 2 設定部 1 1 4 が図 3 のメモリ 4 9 に記録する (図 1 3 の S 3 0 7 、 S 3 0 8) 。

【 0 0 6 1 】

すなわち、デューティ比選定部 1 1 3 は、周波数を - 2 0 H z 変更した際のデューティ比が変更する前の周波数におけるデューティ比と比較して減少しなかった場合には、その変更する前の周波数におけるデューティ比を、周波数を 2 0 H z の間隔で変化させた際の最も小さいデューティ比として選定する。そして、その最も小さいデューティ比のときの周波数が、圧電素子をもっとも大きくふれる周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) として、第 2 設定部 1 1 4 によってメモリ 4 9 に記録される。

10

【 0 0 6 2 】

図 1 3 の S 3 0 4 でデューティ比が減じられないと判定された場合は、周波数変化部 1 1 1 は、現状の周波数より + 4 0 H z 、つまり図 1 1 において設定された周波数より + 2 0 H z の周波数に変更する (図 1 3 の S 3 0 9) 。そして、デューティ比増減判断部 1 1 2 によって変更された周波数におけるデューティ比が、再度減じられたか判定される (図 1 3 の S 3 1 0) 。

20

【 0 0 6 3 】

図 1 3 の S 3 1 0 でデューティ比が減じられた場合はさらに周波数変化部 1 1 1 によって + 2 0 H z ごとに周波数がずらされ、デューティ比増減判断部 1 1 2 によってデューティ比が減じられたかの判定が行われ、これらの動作が繰り返される (図 1 3 の S 3 1 1 , S 3 1 2) 。そして、デューティ比が減じられなくなる前の周波数の設定が、圧電素子をもっとも大きくふれる周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) であるとしてデューティ比選定部 1 1 3 によって選定され、第 2 設定部 1 1 4 が、それを図 3 のメモリ 4 9 に記録する (図 1 3 の S 3 1 3 、 S 3 1 4) 。

【 0 0 6 4 】

30

すなわち、デューティ比選定部 1 1 3 は、周波数を + 2 0 H z 変更した際のデューティ比が変更する前の周波数におけるデューティ比と比較して減少しなかった場合には、その変更する前の周波数におけるデューティ比を最も小さいデューティ比として選定する。そして、その最も小さいデューティ比のときの周波数が、圧電素子をもっとも大きくふれる周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) として、第 2 設定部 1 1 4 によってメモリ 4 9 に記録される。

【 0 0 6 5 】

デューティ比選定部 1 1 3 は、図 1 3 の S 3 1 0 でデューティ比が減じられないと判定された場合は、元の周波数 (減じられないと判定した周波数から 2 0 H z 引いた周波数) 、つまり図 1 1 において設定された周波数が圧電素子の最も大きくふれる周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) であると検出し、それを第 2 設定部 1 1 4 が図 3 のメモリ 4 9 に記録する (図 1 3 の S 3 1 5 、 S 3 1 6) 。

40

【 0 0 6 6 】

上記図 1 3 の S 3 0 5 及び S 3 0 6 の繰り返し、または図 1 2 の S 3 1 1 及び S 3 1 2 の繰り返しは後述する時間内に収束させる必要があるので、周波数変化部 1 1 1 は、図 1 1 で設定された周波数から $\pm 2 5 6$ H z の範囲内で周波数の変更を行う。尚、第 2 設定部 1 1 4 が圧電素子の最も大きくふれる周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) をメモリ 4 9 に記録する際には、その周波数におけるデューティ比 (駆動デューティ比の一例) も記録される。

【 0 0 6 7 】

50

以上のように、圧電ポンプ 4 4 の動作設定として、最適な駆動周波数（第 2 の駆動周波数の一例）と、最適な駆動周波数の際のデューティ比（駆動デューティ比の一例）が設定される。尚、上記 S 3 0 1、S 3 0 2、S 3 0 3、S 3 0 5、S 3 0 9、及び S 3 1 1 が、周波数変化動作の一例に対応する。上記 S 3 0 4、S 3 0 6、S 3 1 0、及び S 3 1 2 がデューティ比増減判定動作の一例に対応する。上記 S 3 0 7、S 3 0 8、S 3 1 3、S 3 1 4、S 3 1 5、及び S 3 1 6 がデューティ比選定動作の一例に対応する。

【 0 0 6 8 】

（電圧デューティ比制御）

このようにして動作設定としての最適な駆動周波数（第 2 の駆動周波数の一例）が求められると、次にはこの最適な駆動周波数を固定して流量を一定とさせるための最適な駆動電圧とそのデューティ比を設定するための電圧デューティ比制御が図 1 4 のようにして行われる。

10

【 0 0 6 9 】

この電圧デューティ比制御は、一旦駆動電圧とそのデューティ比を設定した後も圧電ポンプ 4 4 の動作時には常に流量センサ 4 3 によって検出された流量を監視することによって実行されており、例えば周辺の気流の変化による外乱の影響を受けた場合でも流量一定を保つために行われる。

例えば、電圧デューティ比制御は、S 2 0 5 における圧電ポンプの動作設定が実行された後、S 2 0 6 の呼気の測定を行う際には常に実行されており、流量が目標流量と一致していない場合には、駆動印加電圧及びで駆動デューティ比が調整されて流量が目標流量と一致するよう制御が行われてから測定部 4 5 による測定が行われる。

20

【 0 0 7 0 】

具体的には、この制御では、圧電素子に印加される最適な電圧は図 1 1 における動作設定（第 1 学習制御工程の一例）によって求められており、またデューティ比は図 1 3 における動作設定（第 2 学習制御工程の一例）によって求められているので、先ず制御部 4 8 は圧電素子に印加する電圧とデューティ比をそれらの値に設定する（図 1 4 の S 4 0 1 ）。

次にその状態で流量センサ 4 3 によって検出された流量が目標値よりも小さくなっているか否かの判定が第 2 流量比較部 1 2 1 によって行われ、目標値よりも小さくない場合には、次に、流量が目標値と等しいか否かの判定が行われる（図 1 4 の S 4 0 2、S 4 0 3 ）。

30

【 0 0 7 1 】

続いてこの S 4 0 3 において流量が目標値と等しければ、設定が完了される（図 1 4 の S 4 0 4 ）。つまり、上述した最適な周波数と駆動電圧とデューティ比が動作設定されたことになり、この値がメモリ 4 9 に記憶させられる。いいかえると、S 3 において求められた駆動印加電圧（振幅）と、S 2 0 5 において求められた第 2 の駆動周波数と駆動デューティ比によって圧電ポンプ 4 4 が動作される。

【 0 0 7 2 】

また S 4 0 3 において、流量が目標値と等しくなければ、次に S 4 0 5 において駆動電圧のデューティ比が使用時の最低値（10%）か否かの判定が第 2 調整部 1 2 2 のデューティ比調整部 1 2 4 によって行われる。このとき使用時の最低値（10%）を下回っていない場合は、デューティ比調整部 1 2 4 によってデューティ比は 1% 減少させられ、制御処理は再び S 4 0 2 へと戻る（図 1 4 の S 4 0 6、S 4 0 2 ）。

40

【 0 0 7 3 】

また、S 4 0 5 においてデューティ比調整部 1 2 4 によってデューティ比が最低値を下回っていることが判定されれば、次に印加電圧調整部 1 2 5 によって駆動電圧の値が最低値か否かの判定が行われる（図 1 4 の S 4 0 7 ）。

そして駆動電圧の値が最低値でなければ、印加電圧調整部 1 2 5 は、駆動電圧を 0.1 V 減じ、制御処理は、再び S 4 0 2 へと戻る（図 1 4 の S 4 0 8、S 4 0 2 ）

また S 4 0 7 において駆動電圧の値が最低値であれば、制御部 4 8 は表示部 4 6 にエラー表示をさせる（図 1 4 の S 4 1 0 ）。

50

【 0 0 7 4 】

つまり、駆動電圧のデューティ比が最低値で駆動電圧の値も最低値となるときにはエラー処理を行うのである。

また S 4 0 2 において、流量センサ 4 3 によって検出された流量が目標値よりも小さくなっていると第 2 流量比較部 1 2 1 によって判定されたときには、S 4 1 1 においてデューティ比調整部 1 2 4 によって駆動電圧のデューティ比が使用時の最大値 (4 0 %) が否かの判定が行われ、最大値でない場合は、デューティは 1 % 増加させられ (図 1 4 の S 4 1 2)、流量センサ 4 3 によって検出された流量が目標値と等しいか否かの判定が第 2 流量比較部 1 2 1 によって行われる (図 1 4 の S 4 1 3)。

【 0 0 7 5 】

そして、流量が目標値と等しければ設定が完了される (図 1 4 の S 4 1 4)。つまり、上述した最適な周波数 (第 2 の駆動周波数) と、最適な駆動電圧と、最適なデューティが動作設定されたことになり、これらの値が第 3 設定部 1 2 3 によってメモリ 4 9 に記憶させられる (図 1 4 の S 4 1 4)。尚、使用時のデューティ比の設定範囲は、学習時のデューティ比の設定範囲より上限、下限ともそれぞれ 1 0 % のマージンを持たせ 1 0 % ~ 4 0 % としている。

【 0 0 7 6 】

S 4 1 1 においてデューティ比調整部 1 2 4 によって駆動電圧のデューティが使用時最大値であると判定された場合は、印加電圧調整部 1 2 5 が圧電素子に印加する電圧の値を 0 . 1 V 増加させる (図 1 4 の S 4 1 5)。

次に、その状態で流量センサ 4 3 によって検出された流量が目標値と等しいか否かの判定が第 2 流量比較部 1 2 1 によって行われる (図 1 4 の S 4 1 6)。

【 0 0 7 7 】

そして、流量が目標値と等しければ設定が完了される (図 1 4 の S 4 1 7)。つまり、上述した最適な周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) と、最適な駆動電圧と、最適なデューティが動作設定されたことになり、これらの値が第 3 設定部 1 2 3 によってメモリ 4 9 に記憶させられる (図 1 4 の S 4 1 7)。

また S 4 1 6 において流量が目標値と異なれば次に流量が目標値よりも小さいか否かの判定が行われ (図 1 4 の S 4 1 8)、小さい場合には制御処理は再び S 4 1 5 へと戻る。

【 0 0 7 8 】

また、S 4 1 8 において流量が目標値よりも小さくなければ印加電圧調整部 1 2 5 によって駆動電圧のデューティが 1 % 減じられ (図 1 4 の S 4 1 9)、再び流量が目標値になっているか否かの判定が第 2 流量比較部 1 2 1 によって行われる (図 1 4 の S 4 2 0)。

そして S 4 2 0 において流量が目標値に等しくなっていなければ、制御処理は、再び S 4 1 9 へと戻ることになる。また S 4 2 0 において流量が目標値と等しくなっていれば、設定が完了される (図 1 4 の S 4 2 1)。つまり、上述した最適な周波数 (第 2 の駆動周波数の一例) と、最適な駆動電圧と、最適なデューティが動作設定されたことになり、これらの値が第 3 設定部 1 2 3 によってメモリ 4 9 に記憶させられる (図 1 4 の S 4 2 1)。

【 0 0 7 9 】

以上のような圧電ポンプ 4 4 の動作設定が行われる (図 1 2 の S 2 0 5) 時間は例えば 1 0 秒間であって、実際に圧電ポンプ 4 4 によってチャンバ 2 3 内の呼気を全て測定部 4 5 に供給するのに要する時間は 3 0 秒かかる。従って、この 3 0 秒の内の前半の 1 0 秒で圧電ポンプ 4 4 の動作設定 (第 2 学習制御工程の一例) が完了する。そしてこの動作設定後の数秒間に測定部 4 5 に供給される呼気から一酸化窒素濃度が検出される (図 1 2 の S 2 0 6)。

【 0 0 8 0 】

そしてこの呼気の測定が完了すると、測定制御部 1 3 0 が、入力ガス切替器 3 1 の弁孔 3 5 を駆動弁 3 6 で閉じ、弁孔 3 8 は開放される (図 1 2 の S 2 0 7)。

そしてこの状態で、圧電ポンプ 4 4 により、ゼロガス生成器 3 7 のワンウェイバルブ 4

10

20

30

40

50

1、一酸化窒素を除去するフィルター部42及び弁孔38を介して空気が吸引され、その空気の一酸化窒素濃度が測定部45で測定される(図12のS208)。

【0081】

そして、S206で測定した呼気の一酸化窒素濃度と、S208で測定した空気の一酸化窒素濃度から呼気の最終的な濃度計算が行われる(図12のS209)。制御部48は、その演算結果を表示部46に表示させて測定が完了する(図12のS210、S211)。S208で測定した空気の一酸化窒素濃度とは、一酸化窒素を取り除いた状態の空気を測定したときの測定部45による検出値であり、ブランク値ともいえる。

【0082】

尚、チャンバ23には図5に示すように蛇行経路30における入力ガス切替器31への流出口32の上流側と下流側に吸排気孔33、34をもうけているので、呼気を吹き込むときには、チャンバ23としての通気抵抗を小さくすることが出来る。またチャンバ23内の呼気を、圧電ポンプ44によって測定部45に供給するときの通気抵抗も小さくすることが出来る。

【0083】

<3.主な特徴>

(3-1)

本実施の形態の呼気測定装置は、チャンバ23と、測定部45と、圧電ポンプ44と、第1学習制御部100と、第2学習制御部110とを備える。チャンバ23は、呼気を一時的に溜め込む。測定部45は、呼気中の所定成分を測定する。圧電ポンプ44は、チャンバ23内に溜め込まれた呼気を測定部45に供給する。第1学習制御部100は、圧電ポンプ44によりチャンバ23内の呼気を測定部45に供給する前に圧電ポンプ44の動作設定を行う。第2学習制御部110は、圧電ポンプ44によりチャンバ23内の呼気を測定部45に供給開始した後であって、測定部45によって測定を行う前に圧電ポンプ44の動作設定を行う。

【0084】

このように本実施の形態の呼気測定装置では、圧電ポンプ44によりチャンバ23内に溜められた呼気を測定部45に供給する。圧電ポンプ44はストロークが小さいので、この圧電ポンプ44によって測定部45に供給される呼気の脈動は小さくなり、その結果として測定部45における検出値のバラツキを減少することが出来る。これにより検出精度を高めることが出来る。

【0085】

また、圧電ポンプ44はその使用環境(例えば温度)によって最適な設定(例えば、駆動周波数)が変化するので、本実施の形態においては、チャンバ23内の呼気を測定部45に供給する前と、圧電ポンプ44によりチャンバ23内の呼気を測定部45に供給開始後に、圧電ポンプ44の動作設定を行う。

これにより圧電ポンプ44は最適な状態で駆動され、その結果として測定部45に供給する呼気の流量が安定し、その結果として検出精度を高めることができる。

【0086】

(3-2)

本実施の形態の呼気測定装置では、第1学習制御部100は、図9及び図11に示すように圧電ポンプ44を駆動する第1の駆動周波数を選定する。

これにより、圧電ポンプ44を駆動する駆動周波数を選定することが出来る。

(3-3)

本実施の形態の呼気測定装置では、第2学習制御部110は、図9及び図13に示すように第1の動作設定で選定された第1の駆動周波数の $\pm 256\text{Hz}$ (第1の駆動周波数を含む所定の領域内の一例)を含む所定の領域内から第2の駆動周波数を選定する。

【0087】

これにより、第1学習制御部100によって第1の駆動周波数を選定した後の時間経過によって生じる周囲環境の変化等に対して、より精度良く駆動周波数を設定することが出

10

20

30

40

50

来る。

(3 - 4)

本実施の形態の呼気測定装置は、図 9 及び図 1 4 に示すように、電圧デューティ比調整部 1 2 0 を更に備えている。電圧デューティ比調整部 1 2 0 は、第 2 学習制御部 1 1 0 で選定された第 2 の駆動周波数を用いて流量が一定になるようにデューティ制御を行う

これにより、第 2 の駆動周波数を設定した後であっても、例えば周囲の気流の変化等による外乱を受けて圧電ポンプ 4 4 による流量が変動した場合には流量を一定に保つように制御を行うことが出来る。

【 0 0 8 8 】

(3 - 5)

本実施の形態の呼気測定装置では、第 1 学習制御部 1 0 0 は、図 9 及び図 1 1 に示すように第 1 の駆動周波数を選定するとともに、圧電ポンプ 4 4 に印加する駆動印加電圧を選定する。

これにより、圧電ポンプ 4 4 を駆動する駆動周波数及駆動印加電圧を選定することが出来る。

【 0 0 8 9 】

(3 - 6)

本実施の形態の呼気測定装置では、第 1 学習制御部 1 0 0 は、図 9 及び図 1 1 に示すように 6 V (所定の電圧の一例) を印加した状態で周波数を変更することによって圧電ポンプ 4 4 の圧電素子が共振する周波数を検出する共振周波数検出部 1 0 1 を有している。第 1 の駆動周波数は、共振する周波数である。

【 0 0 9 0 】

このように圧電ポンプ 4 4 の圧電素子が共振する周波数を周波数サーチによって検出することによって、圧電ポンプ 4 4 を駆動させる第 1 の駆動周波数を選定することが出来る。

(3 - 7)

本実施の形態の呼気測定装置は、図 3 に示すようにゼロガス生成器 3 7 (ゼロガス生成部の一例) と、入力ガス切替器 3 1 (切替部の一例) と、流量センサ 4 3 (流量検出部の一例) とを備えている。ゼロガス生成器 3 7 は、外気から一酸化窒素 (所定成分の一例) が取り除かれたゼロガスを生成する。入力ガス切替器 3 1 は、圧電ポンプ 4 4 へと送る気体を、チャンバ 2 3 内の呼気又はゼロガス生成器 3 7 によって生成されたゼロガスのいずれかに切り替える。流量センサ 4 3 は、圧電ポンプ 4 4 によって流通する気体の流量を測定する。第 1 学習制御部 1 0 0 は、図 9 に示すように第 1 流量比較部 1 0 2 と、第 1 調整部 1 0 3 とを有する。第 1 流量比較部 1 0 2 は、入力ガス切替器 3 1 によって圧電ポンプ 4 4 へ送られる気体がゼロガスに切り替えられた状態で、選定された周波数及び所定の値の印加電圧を用いて圧電ポンプ 4 4 を動作させた際に流量センサ 4 3 によって検出された流量と、3 mL / 秒 (第 1 の目標流量の一例) を比較する。第 1 調整部 1 0 3 は、第 1 流量比較部 1 0 2 による比較に基づいて流量センサ 4 3 によって検出された流量が 3 mL / 秒 (第 1 の目標流量の一例) になるように所定の印加電圧を調整する。駆動印加電圧は、第 1 調整部 1 0 3 によって調整された印加電圧である。

【 0 0 9 1 】

このように第 1 の駆動周波数を用いて圧電ポンプ 4 4 を駆動した上で目標流量になるように印加電圧の大きさを調整することによって圧電ポンプ 4 4 を駆動する駆動印加電圧を求めることが出来る。

(3 - 8)

本実施の形態の呼気測定装置では、第 2 学習制御部 1 1 0 は、図 9 及び図 1 3 に示すように第 1 の駆動周波数の $\pm 256 \text{ Hz}$ (第 1 の駆動周波数を含む所定の領域内の一例) から第 2 の駆動周波数を選定し、且つ駆動印加電圧のデューティ比である駆動デューティ比を選定する。

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

これにより、圧電ポンプ 4 4 を駆動する駆動周波数と、駆動印加電圧のデューティ比を選定することが出来る。

(3 - 9)

本実施の形態の呼気測定装置は、圧電ポンプ 4 4 の動作によって流通する気体の流量を検出する流量センサ 4 3 を更に備えている。第 2 学習制御部 1 1 0 は、図 9 に示すように周波数変化部 1 1 1 と、デューティ比増減判定部 1 1 2 と、デューティ比選定部 1 1 3 と、を有している。周波数変化部 1 1 1 は、駆動印加電圧のデューティ比を変化させて流量を 2 mL / 秒 (第 2 の目標流量の一例) に保ちながら第 1 の駆動周波数を 2 0 Hz (所定の周波数間隔の一例) で変化させる。デューティ比増減判定部 1 1 2 は、周波数変化部 1 1 1 によって周波数が変化された際のデューティ比の増減を判定する。デューティ比選定部 1 1 3 は、判定されたデューティ比の増減に基づいて、最も小さいデューティ比を選定する。第 2 の駆動周波数は、デューティ比が最も小さくなった周波数である。駆動デューティ比は、デューティ比選定部 1 1 3 によって選定された最も小さいデューティ比である。

10

【 0 0 9 3 】

これにより、圧電ポンプ 4 4 を駆動する駆動周波数と、駆動印加電圧のデューティ比を選定することが出来る。

(3 - 1 0)

本実施の形態の呼気測定装置は、流量センサ 4 3 と、電圧デューティ比調整部 1 2 0 とを更に備えている。流量センサ 4 3 は、圧電ポンプ 4 4 の動作によって流通する気体の流量を検出する。電圧デューティ比調整部 1 2 0 は、第 2 の駆動周波数、駆動印加電圧、及び駆動デューティ比を用いて圧電ポンプ 4 4 を動作させ流量センサ 4 3 によって検出された流量が 2 mL / 秒 (第 2 の目標流量の一例) と異なる場合、流量が 2 mL / 秒 (第 2 の目標流量の一例) になるように、第 2 の駆動周波数を固定した状態で駆動印加電圧及び駆動デューティ比を調整する。

20

【 0 0 9 4 】

これにより、第 2 の駆動周波数を設定した後であっても、例えば周囲の気流の変化等による外乱を受けて圧電ポンプ 4 4 による流量が変動した場合には流量を一定に保つように駆動印加電圧及び駆動デューティ比を調整することが出来る。

(3 - 1 1)

30

本実施の形態の呼気測定装置は、ゼロガス生成器 3 7 (ゼロガス生成部の一例) と、測定制御部 1 3 0 とを備えている。ゼロガス生成器 3 7 は、外気から一酸化窒素 (所定成分の一例) が取り除かれたゼロガスを生成する。測定制御部 1 3 0 は、測定部 4 5 によって測定されたチャンバ 2 3 内の呼気の測定値と、測定部 4 5 によって測定されたゼロガスの測定値から、一酸化窒素 (所定成分の一例) の濃度を演算する。

【 0 0 9 5 】

ゼロガス生成器 3 7 は、フィルター部 4 2 と、開口 3 7 0 a (流入部の一例) と、ワンウェイバルブ 4 1 とを有している。フィルター部 4 2 は、一酸化窒素 (所定成分の一例) を取り除く。開口 3 7 0 a は、外気がフィルター部 4 2 へと流入する。ワンウェイバルブ 4 1 は、開口 3 7 0 a に配置され、外気がフィルター部 4 2 へと流入する際に開状態となる。ワンウェイバルブ 4 1 には、スリット 4 1 1 が形成されており、ワンウェイバルブ 4 1 の開状態及び閉状態の双方において、フィルター部 4 2 はスリット 4 1 1 を通じて外部と連通している。

40

【 0 0 9 6 】

このようにスリット 4 1 1 が形成されているため、圧電ポンプ 4 4 の動作によって NO ゼロガスを測定部 4 5 に供給する際に、初期の抵抗を小さくすることが出来る。すなわち、ワンウェイバルブ 4 1 にスリット 4 1 1 が形成されていない場合には、ワンウェイバルブ 4 1 を開状態にするために初期抵抗が大きくなっていたが、本実施の形態では、スリット 4 1 1 により初期抵抗を小さくすることが出来る。

【 0 0 9 7 】

50

尚、スリット411の幅は、フィルター部42のNO除去が所定期間（例えば、装置仕様によって定められている期間）保つことが出来る程度、且つ小さい初期抵抗を実現できる程度の幅に設定されている。すなわち、フィルター部42はスリット411を介して常時外気と接触しているため徐々に劣化することになるが、スリット411の幅を狭くすることにより劣化の速度を遅くすることが出来る。また、スリット411の幅を広くすることにより、圧電ポンプ44の動作時の初期抵抗を小さくすることが出来るため、劣化の速度と初期抵抗の双方のバランスをとるようにスリット411の幅d1（図7C参照）は設定されている。

【0098】

(3-12)

本実施の形態では、上記のように第1の目標流量の一例（3mL/秒）は第2の目標流量の一例（2mL/秒）よりも大きく設定されている。

図11における第1の駆動周波数の検出（第1の動作設定モードの一例）は、ピークを検出するだけであるため単位周波数あたりの変化量が大きくするほうが好ましい。一方、図13における第2の駆動周波数の検出は、測定の前にチャンバ23内の呼気を用いて行われるために、測定時の流量である必要があり、測定部45のセンサが反応可能であるならば流量は小さいほうがより好ましい。

【0099】

そのため、本実施の形態では、第1の目標流量の一例は第2の目標流量の一例よりも大きく設定されている。

(3-13)

本実施の形態の呼気測定装置の制御方法は、呼気を一時的に溜め込むチャンバ23と、呼気中の所定成分を測定する測定部45と、チャンバ23内に溜め込まれた呼気を測定部45に供給する圧電ポンプ44とを備えた呼気測定装置の制御方法であって、S3（第1学習制御工程の一例）と、S205（第2学習制御工程の一例）とを備えている。S3（第1学習制御工程）では、圧電ポンプ44によりチャンバ23内の呼気を測定部45に供給する前に、圧電ポンプ44の動作設定を行う。S205（第2学習制御工程の一例）では、圧電ポンプ44によりチャンバ23内の呼気を測定部45に供給開始した後であって、測定部45によって測定を行う前に、圧電ポンプ44の動作設定を行う。

【0100】

このように本実施の形態の呼気測定装置の制御方法では、圧電ポンプ44を用いることにより測定部45に供給される呼気の脈動は小さくなる。その結果として測定部45における検出値のバラツキを減少することが出来、検出精度を高めることが出来る。

<4.他の実施の形態>

(A)

上記実施の形態では、図11における第1の目標流量の値を3mL/秒と設定し、図13及び図14における第2の目標流量を2mL/秒と設定しており、第1の目標流量を第2の目標流量及び第2の目標流量よりも大きく設定しているが、第1の目標流量を2mL/秒と設定し第2の目標流量と同じであってもよい。

【0101】

(B)

上記実施の形態では、図9に示すように、第1設定部104は、第1の駆動周波数及び駆動印加電圧をメモリ49に記憶していたが、第1設定部104が設けられていなくてもよい。この場合、共振周波数検出部101によって検出された共振周波数が第2学習制御部110に直接送信され、第1調整部103によって調整された印加電圧が第2学習制御部110及び電圧デューティ比調整部120に直接送信されてもよい。同様に、第2設定部105が設けられておらず、第2の駆動周波数及び駆動デューティ比が電圧デューティ比調整部120に直接送信されてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0102】

10

20

30

40

50

本発明の呼気測定装置及びその制御方法は、検出精度を高めることが可能な効果を有し、本発明は、喘息検出、肺機能検出などを行う際に使用する呼気測定装置に活用されることが期待されるものである。

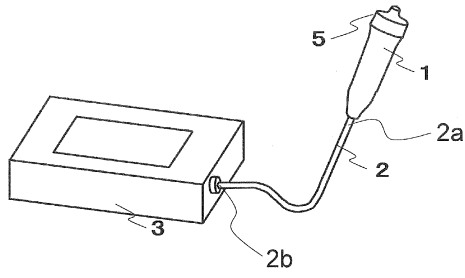
【符号の説明】

【 0 1 0 3 】

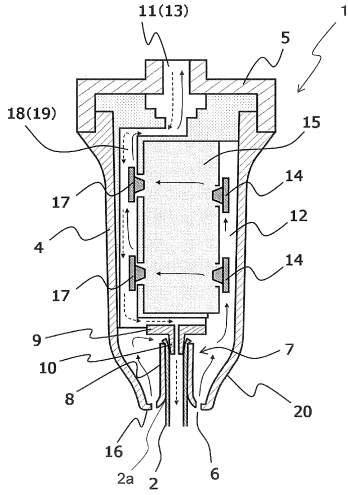
1	ハンドル部	
2	チューブ	
2 a	一端	
2 b	他端	
3	測定装置本体	10
4	ハンドル部本体	
5	マウスピース	
6	吸気孔	
7	接続部	
8	円筒部	
9	接続部材	
1 0	径小部	
1 1	吸気入口部	
1 2	第 1 吸気経路	
1 3	呼気排出部	20
1 4	第 1 ワンウェイバルブ	
1 5	フィルター部	
1 6	湾曲面	
1 7	第 2 ワンウェイバルブ	
1 8	第 2 吸気経路	
1 9	排出経路	
2 0	外周部	
2 1	圧力センサ	
2 2	流量調節器	
2 3	チャンバ	30
2 4	弁孔	
2 5	駆動弁	
2 6	駆動モータ	
2 7	流量センサ	
2 8	容器	
2 8 a	平面	
2 8 s	壁部	
2 9	流入口	
3 0	蛇行経路	
3 1	入力ガス切替器 (切替部の一例)	40
3 2	流出口	
3 3、3 4	吸排気孔	
3 5	弁孔	
3 6	駆動弁	
3 7	ゼロガス生成器	
3 8	弁孔	
3 9	駆動弁	
4 0	駆動部	
4 1	ワンウェイバルブ	
4 1 a	第 1 部分	50

4 1 a e	端	
4 1 b	第 2 部分	
4 1 b e	端	
4 2	フィルター部	
4 3	流量センサ (流量検出部の一例)	
4 4	圧電ポンプ	
4 5	測定部	
4 6	表示部	
4 7	電源スイッチ	
4 8	制御部	10
4 9	メモリ	
5 0	容器	
1 0 0	第 1 学習制御部	
1 0 1	共振周波数検出部	
1 0 2	第 1 流量比較部	
1 0 3	第 1 調整部	
1 0 4	第 1 設定部	
1 0 5	第 2 設定部	
1 1 0	第 2 学習制御部	
1 1 1	周波数変化部	20
1 1 2	デューティ比増減判断部	
1 1 3	デューティ比選定部	
1 1 4	第 2 設定部	
1 2 0	電圧デューティ比調整部	
1 2 1	第 2 流量比較部	
1 2 2	第 2 調整部	
1 2 3	第 3 設定部	
1 2 4	デューティ比調整部	
1 2 5	印加電圧調整部	
1 3 0	測定制御部	30
2 2 0	呼気流入部	
2 2 1	呼気流出部	
3 1 0	呼気流入部	
3 1 1	ゼロガス流入部	
3 1 2	流出部	
3 7 0	容器	
3 7 0 a	開口	
3 7 0 b	縁	
4 1 1	スリット	
4 4 0	ポンプ室	40
4 4 1	ダイヤフラム	
4 4 2	圧電素子	
4 4 3	流路	
4 4 4	入口	
4 4 5	出口	
4 4 6	孔	
4 4 7	カバー部	
4 4 8	筐体	

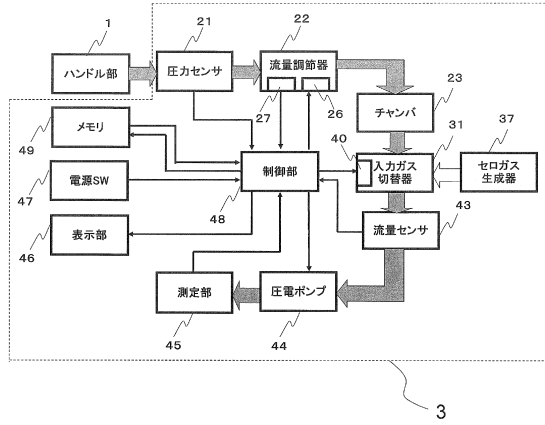
【図1】



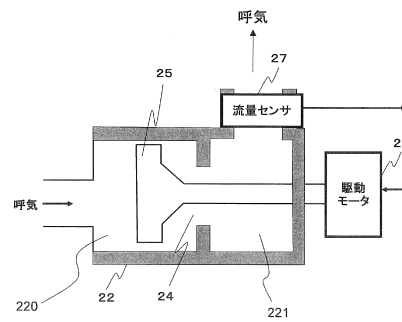
【図2】



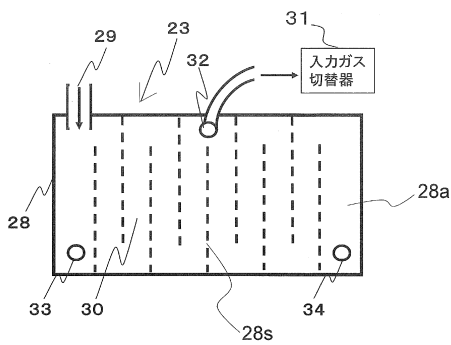
【図3】



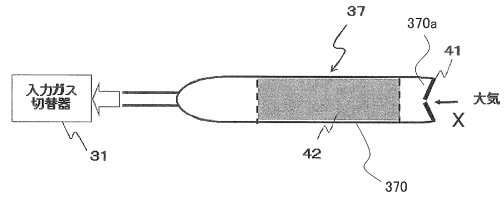
【図4】



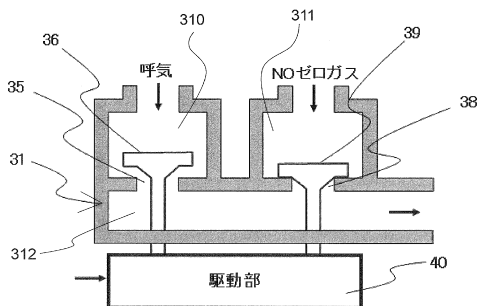
【図5】



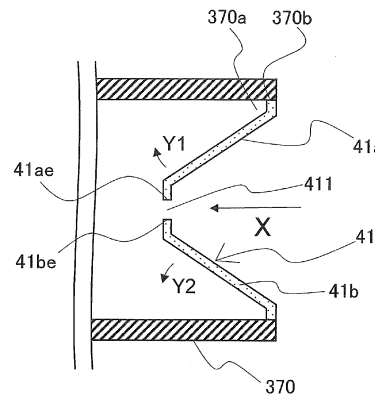
【図7A】



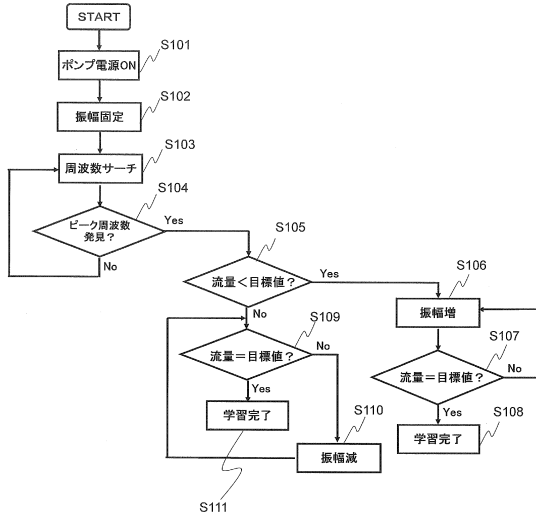
【図6】



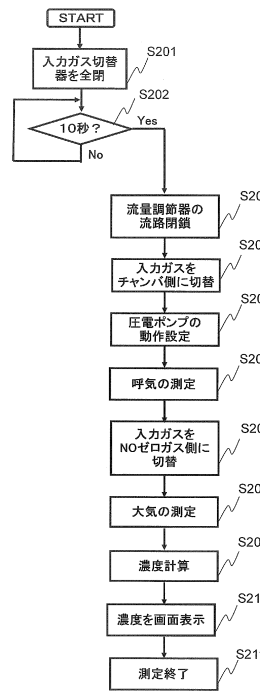
【図7B】



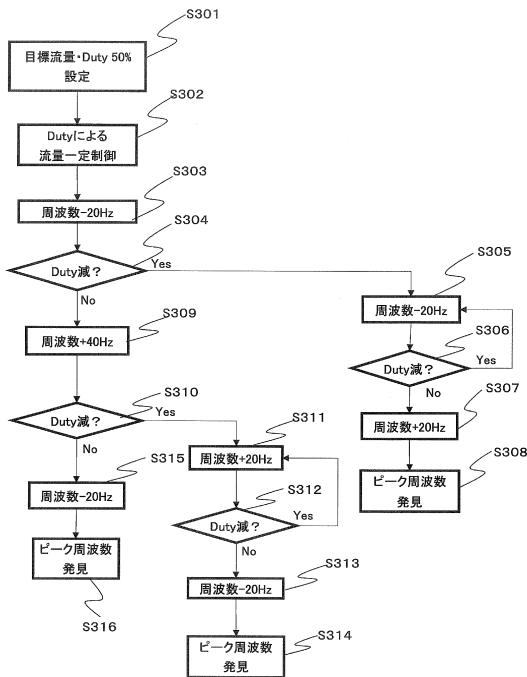
【図11】



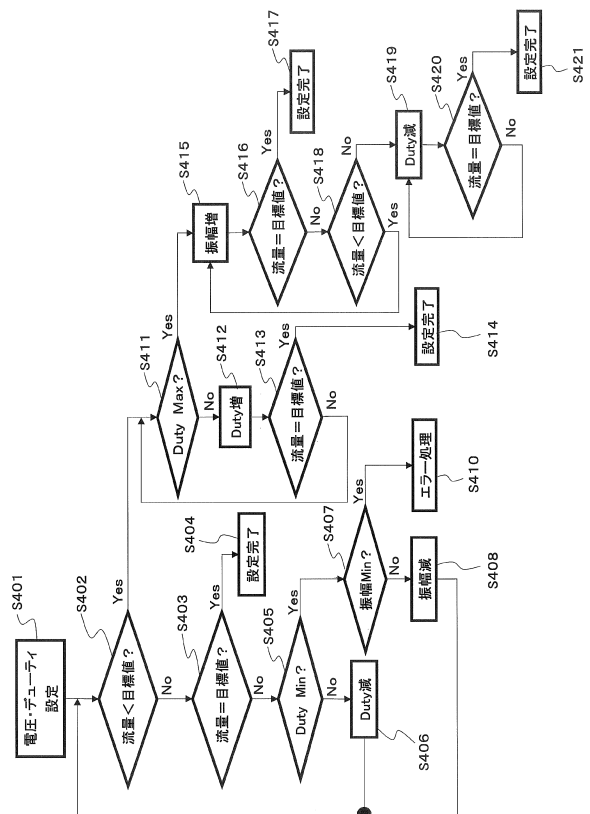
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

審査官 草川 貴史

- (56)参考文献 特表2010-509586(JP,A)
特開平06-147104(JP,A)
特開平01-167475(JP,A)
特開2002-350340(JP,A)
特表2000-506601(JP,A)
特開平10-048206(JP,A)
特開昭64-015476(JP,A)
特開2007-113439(JP,A)
特表2004-500969(JP,A)
欧州特許第1311315(EP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 33/48-33/98
A61B 5/08